

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/013802

International filing date: 28 July 2005 (28.07.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-222223  
Filing date: 29 July 2004 (29.07.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 01 September 2005 (01.09.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 7 月 2 9 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 2 2 2 2 2 3

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
J P 2 0 0 4 - 2 2 2 2 2 3  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

出 願 人  
Applicant(s): 三 菱 重 工 業 株 式 会 社

2 0 0 5 年 8 月 1 7 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	200401057
【提出日】	平成16年 7月29日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	B23K 26/00
【発明者】	
【住所又は居所】	兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内
【氏名】	赤羽 崇
【発明者】	
【住所又は居所】	兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内
【氏名】	坪田 秀峰
【発明者】	
【住所又は居所】	兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内
【氏名】	西川 賢二
【発明者】	
【住所又は居所】	兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内
【氏名】	杉本 憲昭
【発明者】	
【住所又は居所】	兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内
【氏名】	櫛本 彰司
【発明者】	
【住所又は居所】	兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内
【氏名】	石出 孝
【発明者】	
【住所又は居所】	兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内
【氏名】	太田 高裕
【特許出願人】	
【識別番号】	000006208
【氏名又は名称】	三菱重工業株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100078499
【弁理士】	
【氏名又は名称】	光石 俊郎
【電話番号】	03-3583-7058
【選任した代理人】	
【識別番号】	100074480
【弁理士】	
【氏名又は名称】	光石 忠敬
【電話番号】	03-3583-7058

【選任した代理人】

【識別番号】 100102945

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 康幸

【電話番号】 03-3583-7058

【選任した代理人】

【識別番号】 100120673

【弁理士】

【氏名又は名称】 松元 洋

【電話番号】 03-3583-7058

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 020318

【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

直管部を有する配管の外周面にレーザ光を照射して前記配管を加熱する配管の残留応力改善装置であって、

前記レーザ光を出射する 1 つ又は複数のレーザヘッドを保持するレーザヘッド部と、

前記レーザヘッドを前記レーザヘッド部とともに前記直管部の外周面に沿って前記直管部の管軸を中心とする円周方向に沿って移動させる円周方向移動手段とを備えことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッドの向きを前記配管の管軸と交差する面内で調整することによって前記レーザ光の出射方向を同面内で調整することにより、前記配管の外周面で反射した前記レーザ光が、前記レーザヘッドに戻らないように構成したことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッドの向きを前記配管の管軸と交差する面内で調整することによって前記レーザ光の出射方向を同面内で調整することにより、前記配管の外周面で反射した前記レーザ光が、前記レーザヘッドに戻らないように前記レーザ光の反射方向を調整する反射方向調整手段を備えたことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の配管の残留応力改善装置において、

前記配管は前記直管部と、この直管部に続く屈曲管部とを有するものであり、

前記レーザヘッドの向きを前記配管の管軸を含む面内で調整することによって前記レーザ光の出射方向を同面内で調整することにより、前記レーザ光を、前記レーザヘッドよりも前記管軸方向の前方に位置する前記屈曲管部の外周面に照射する構成としたことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の配管の残留応力改善装置において、

前記配管は前記直管部と、この直管部に続く屈曲管部とを有するものであり、

前記レーザヘッドの向きを前記配管の管軸を含む面内で調整することによって前記レーザ光の出射方向を同面内で調整することにより、前記レーザ光を、前記レーザヘッドよりも前記管軸方向の前方に位置する前記屈曲管部の外周面に照射するように前記レーザ光の出射方向を調整する出射方向調整手段を備えたことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載の配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッド部を前記管軸方向に沿って移動させることにより、前記屈曲管部の外周面におけるレーザ光の照射位置を調整可能な管軸方向移動手段を備えたことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 7】

請求項 4 ～ 6 の何れか 1 項に記載の配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッドを前記管軸方向に沿ってオシレート移動するオシレート手段と、

前記レーザヘッドの各オシレート位置で前記レーザヘッドから出射されるレーザ光の前記屈曲管部の外周面における照射強度が均一になるように同レーザ光の出力を調整する出力調整手段を備えたことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 8】

請求項 4 ～ 6 の何れか 1 項に記載の配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッドは前記管軸方向に沿って複数個配置されており、

前記複数のレーザヘッドからそれぞれ出射されたレーザ光の前記屈曲管部の外周面にお

ける照射強度が均一になるように同レーザー光の出力を調整する出力調整手段を備えたことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 9】

請求項 1～3 の何れか 1 項に記載の配管の残留応力改善装置において、

前記配管は前記直管部と、この直管部に続く屈曲管部とを有するものであり、

前記レーザーヘッド部を、前記レーザーヘッド部の前記管軸方向の後方側に位置する回動軸を回動中心として前記管軸を含む面内で回動させることにより、前記レーザーヘッド部の前記管軸方向の前方側を前記屈曲管部の外周面に対して接近、離反可能な回動手段を備えたことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の配管の残留応力改善装置において、

前記レーザーヘッド部を前記管軸方向に沿って移動させることにより、前記屈曲管部の外周面におけるレーザー光の照射位置を調整可能な管軸方向移動手段を備えたことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 配管の残留応力改善装置

【技術分野】

【0001】

本発明は配管の残留応力改善装置に関し、特に溶接などによって配管の内周面に生じる引っ張りの残留応力を低減（除去も含む）するために使用される配管の残留応力改善装置に関する。

【背景技術】

【0002】

原子力発電所その他の大型プラントなどにおいて配管を設置する場合に問題となるのは、その配管の内周面に生じる引っ張りの残留応力である。例えば溶接によって配管同士を接続すると、当該配管の溶接部には残留応力が発生し、この残留応力によって配管に応力腐食割れ（SCC）が発生して、配管の寿命が短くなる可能性がある。従って、溶接などによって配管に発生した残留応力は、低減することが望ましい。

【0003】

配管の残留応力を低減するための配管の残留応力改善装置としては、例えば特許文献1に記載の装置などが知られている。この装置は、配管の外周側に位置するアーク発生リングと、そのリングを挟むように配置されたリングコイルとを備えたものである。リングコイルによって磁場が発生されると、アーク発生リングと配管との間にアークが発生して、配管が加熱される。配管が加熱されることによって、配管の残留応力が低減される。

【0004】

また、配管の残留応力を低減するための配管の残留応力改善装置としては、高周波誘導加熱装置なども広く一般に知られている。

【0005】

【特許文献1】 特開2001-150178号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記従来の配管の残留応力改善装置は大掛かりである。特に高周波誘導加熱装置では、誘導加熱コイルに高周波電力を供給する必要があるため、所要の供給電力が非常に大きくなり、しかも、加熱対象配管の内周面を冷却する必要があることから、そのための設備も必要になる。

【0007】

また、加熱対象の配管としては直管部のみを有するものだけでなく、L字状の屈曲管部（エルボ管部）も有する場合がある。従って、直管部の外周面のみを加熱することができる装置だけでなく、屈曲管部の外周面も加熱することができる装置の開発も望まれていた。

【0008】

従って本発明は上記の事情に鑑み、配管の外周面を加熱して同配管の残留応力を低減（除去も含む）することができ、しかも装置構成が比較的コンパクトであり、また、屈曲管部の外周面を加熱することもできる配管の残留応力改善装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決する第1発明の配管の残留応力改善装置は、直管部を有する配管の外周面にレーザ光を照射して前記配管を加熱する配管の残留応力改善装置であって、

前記レーザ光を出射する1つ又は複数のレーザヘッドを保持するレーザヘッド部と、

前記レーザヘッドを前記レーザヘッド部とともに前記直管部の外周面に沿って前記直管部の管軸を中心とする円周方向に沿って移動させる円周方向移動手段とを備えことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

また、第 2 発明の配管の残留応力改善装置は、第 1 発明の配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッドの向きを前記配管の管軸と交差する面内で調整することによって前記レーザ光の出射方向を同面内で調整することにより、前記配管の外周面で反射した前記レーザ光が、前記レーザヘッドに戻らないように構成したことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、第 3 発明の配管の残留応力改善装置は、第 1 発明の配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッドの向きを前記配管の管軸と交差する面内で調整することによって前記レーザ光の出射方向を同面内で調整することにより、前記配管の外周面で反射した前記レーザ光が、前記レーザヘッドに戻らないように前記レーザ光の反射方向を調整する反射方向調整手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また、第 4 発明の配管の残留応力改善装置は、第 1 ～第 3 発明の何れかの配管の残留応力改善装置において、

前記配管は前記直管部と、この直管部に続く屈曲管部とを有するものであり、

前記レーザヘッドの向きを前記配管の管軸を含む面内で調整することによって前記レーザ光の出射方向を同面内で調整することにより、前記レーザ光を、前記レーザヘッドよりも前記管軸方向の前方に位置する前記屈曲管部の外周面に照射する構成としたことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、第 5 発明の配管の残留応力改善装置は、第 1 ～第 3 発明の何れかの配管の残留応力改善装置において、

前記配管は前記直管部と、この直管部に続く屈曲管部とを有するものであり、

前記レーザヘッドの向きを前記配管の管軸を含む面内で調整することによって前記レーザ光の出射方向を同面内で調整することにより、前記レーザ光を、前記レーザヘッドよりも前記管軸方向の前方に位置する前記屈曲管部の外周面に照射するように前記レーザ光の出射方向を調整する出射方向調整手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、第 6 発明の配管の残留応力改善装置は、第 4 又は第 5 発明の配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッド部を前記管軸方向に沿って移動させることにより、前記屈曲管部の外周面におけるレーザ光の照射位置を調整可能な管軸方向移動手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

また、第 7 発明の配管の残留応力改善装置は、第 4 ～第 6 発明の何れかの配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッドを前記管軸方向に沿ってオシレート移動するオシレート手段と、

前記レーザヘッドの各オシレート位置で前記レーザヘッドから出射されるレーザ光の前記屈曲管部の外周面における照射強度が均一になるように同レーザ光の出力を調整する出力調整手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、第 8 発明の配管の残留応力改善装置は、第 4 ～第 6 発明の何れかの配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッドは前記管軸方向に沿って複数個配置されており、

前記複数のレーザヘッドからそれぞれ出射されたレーザ光の前記屈曲管部の外周面における照射強度が均一になるように同レーザ光の出力を調整する出力調整手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】



また、第 9 発明の配管の残留応力改善装置は、第 1 ～第 3 発明の何れかの配管の残留応力改善装置において、

前記配管は前記直管部と、この直管部に続く屈曲管部とを有するものであり、

前記レーザヘッド部を、前記レーザヘッド部の前記管軸方向の後方側に位置する回動軸を回動中心として前記管軸を含む面内で回動させることにより、前記レーザヘッド部の前記管軸方向の前方側を前記屈曲管部の外周面に対して接近、離反可能な回動手段を備えたことを特徴とする。

#### 【 0 0 1 8 】

また、第 1 0 発明の配管の残留応力改善装置は、第 9 発明の配管の残留応力改善装置において、

前記レーザヘッド部を前記管軸方向に沿って移動させることにより、前記屈曲管部の外周面におけるレーザ光の照射位置を調整可能な管軸方向移動手段を備えたことを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【 0 0 1 9 】

第 1 発明の配管の残留応力改善装置によれば、レーザ光を出射する 1 つ又は複数のレーザヘッドを保持するレーザヘッド部と、レーザヘッドをレーザヘッド部とともに直管部の外周面に沿って直管部の管軸を中心とする円周方向に沿って移動させる円周方向移動手段とを備えことを特徴とするものであるため、レーザ光により配管の外周面を加熱して同配管の残留応力を低減（除去）することができ、しかも、従来のものに比べて装置構成がコンパクトであるため、比較的狭い限定された空間に設置して施工することもでき、コストダウンを図ることもできる。

#### 【 0 0 2 0 】

また、第 2 発明～第 1 0 発明の配管の残留応力改善装置では、上記第 1 発明と同様の効果が得られるとともに次のような効果も得られる。

#### 【 0 0 2 1 】

即ち、第 2 発明の配管の残留応力改善装置によれば、レーザヘッドの向きを配管の管軸と交差する面内で調整することによってレーザ光の出射方向を同面内で調整することにより、配管の外周面で反射した前記レーザ光が、レーザヘッドに戻らないように構成したことを特徴とするため、レーザ光の反射によってレーザヘッド（レーザヘッドに備えたレンズなど）が損傷するのを防止することができる。

#### 【 0 0 2 2 】

また、第 3 発明の配管の残留応力改善装置によれば、前記反射方向調整手段を備えたことを特徴としており、この反射方向調整手段によってレーザ光の反射方向を調整することが可能であることから、レーザ光の反射によるレーザヘッド（レーザヘッドに備えたレンズなど）の損傷を、より確実に防止することができる。

#### 【 0 0 2 3 】

また、第 4 発明の配管の残留応力改善装置によれば、レーザヘッドの向きを配管の管軸を含む面内で調整することによってレーザ光の出射方向を同面内で調整することにより、レーザ光を、レーザヘッドよりも管軸方向の前方に位置する屈曲管部の外周面に照射する構成としたことを特徴とするため、屈曲管部の外周面へのレーザ光の照射が可能となり、屈曲管部の残留応力を低減（除去）することができる。即ち、屈曲管部に好適な配管の残留応力改善装置を実現することができる。

#### 【 0 0 2 4 】

また、第 5 発明の配管の残留応力改善装置によれば、前記出射方向調整手段を備えたことを特徴としており、この出射方向調整手段によってレーザ光の出射方向を調整することが可能であることから、屈曲管部の外周面へのレーザ光の照射を、より確実に行うことができ、屈曲管部の残留応力の低減（除去）を、より確実に行うことができる。即ち、より屈曲管部に好適な配管の残留応力改善装置を実現することができる。

#### 【 0 0 2 5 】

また、第6発明の配管の残留応力改善装置によれば、前記管軸方向移動手段を備えたことを特徴としており、この管軸方向移動手段によってレーザヘッド部を管軸方向へ移動させることにより、屈曲管部の外周面におけるレーザ光の照射位置を適宜調整することができることから、例えば屈曲管部の腹側（曲率半径の小さい側）の外周面と、屈曲管部の背側（曲率半径の大きい側）の外周面とにレーザ光を確実に照射することができる。

#### 【0026】

また、第7発明の配管の残留応力改善装置によれば、前記出力調整手段を備えたことを特徴としており、この出力調整手段によって各オシレート位置でレーザヘッドから出射されるレーザ光の屈曲管部の外周面における照射強度を均一にすることが可能であることから、よりの確且つ効率的に屈曲管部の外周面をレーザ光によって加熱することができる。

#### 【0027】

また、第8発明の配管の残留応力改善装置によれば、前記出力調整手段を備えたことを特徴としており、この出力調整手段によって複数のレーザヘッドからそれぞれ出射されたレーザ光の屈曲管部の外周面における照射強度を均一にすることができることから、よりの確且つ効率的に屈曲管部の外周面をレーザ光によって加熱することができる。

#### 【0028】

また、第9発明の配管の残留応力改善装置によれば、前記回転手段を備えたことを特徴としており、この回転手段によってレーザヘッド部を、レーザヘッド部の管軸方向の後方に位置する回転軸を回転中心として管軸を含む面内で回転させることにより、レーザヘッド部の管軸方向の前方側を屈曲管部の外周面に対して接近、離反することが可能なことから、屈曲管部の外周面、即ち、屈曲管部の腹側（曲率半径の小さい側）や背側（曲率半径の大きい側）の外周面などとレーザヘッド部との干渉を防止しながら、同外周面に接近して、同外周面にレーザ光を照射することができる。従って、屈曲管部の外周面を効率的に加熱して屈曲管部の残留応力を低減することができ、屈曲管部に好適な配管の残留応力改善装置を実現することができる。

#### 【0029】

また、第10発明の配管の残留応力改善装置によれば、前記管軸方向移動手段を備えたことを特徴としており、この管軸方向移動手段によってレーザヘッド部を管軸方向へ移動させることにより、屈曲管部の外周面におけるレーザ光の照射位置を適宜調整することができることから、より確実にレーザヘッド部と屈曲管部の腹側や背側の外周面などとの干渉を防止しながら、同外周面に接近して、同外周面にレーザ光を照射することができる。従って、屈曲管部の外周面をより効率的に加熱して屈曲管部の残留応力を低減することができ、屈曲管部により好適な配管の残留応力改善装置を実現することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0030】

以下、本発明の実施の形態例を図面に基づき詳細に説明する。

#### 【0031】

##### ＜実施の形態例1＞

図1は本発明の実施の形態例1に係る配管の残留応力改善装置の構成を一部破断して示す平面図、図2は前記配管の残留応力改善装置の構成を一部破断して示す側面図（図1のA方向矢視図）、図3（a）は図1のB方向矢視図、図3（b）は図1のC方向矢視図、図4は前記配管の残留応力改善装置に備えた反射方向調整手段の作用効果を示す説明図である。また、図5はマルチタイプのレーザヘッドの構成例を示す図である。

#### 【0032】

図1～図3に示す本実施の形態例1の配管の残留応力改善装置1は、直管である配管2（即ち直管部のみを有する配管）の内周面に溶接（溶接部26参照）などによって生じた引っ張りの残留応力を低減（除去も含む）するために用いられるものであり、リングレール3、回転走行台車5、レーザヘッド7を保持するレーザヘッド部6などを備えている。

#### 【0033】

図1～図4に示すように、リングレール3は配管2の周囲を取り囲むようにして配管2

の外周面 2 a に取り付けられている。リングレール 3 は半円形状のリングレール部材 3 A、3 B に 2 分割されており、これらのリングレール部材 3 A、3 B の間に配管 2 を挟んだ状態でボルト 4 などの連結手段によってリングレール 3 A、3 B を連結することにより、円形状（リング状）に形成されている。

#### 【 0 0 3 4 】

回転走行台車 5 は、リングレール 3 に係合しつつ、このリングレール 3 を軌道として走行移動する。即ち、回転走行台車 5 は、配管 2 の外周面 2 a に沿って配管（直管部）2 の管軸 2 b（仮想軸）を中心とする円周方向（ $\theta$  方向：以下単に円周方向という）に走行移動する。

#### 【 0 0 3 5 】

詳述すると、リングレール 3 の外周面 3 a には歯車 3 b が形成される一方、回転走行台車 5 には歯車 8 が軸受 9 に支持されて回転自在に設けられており、これらの歯車 3 b と歯車 8 とが噛合している。そして、歯車 8 は回転走行台車 5 に設けられた周方向駆動モータ 10 の回転軸に連結されている。従って、周方向駆動モータ 10 が回転すると、歯車 8 が歯車 3 b と噛合しながら回転しつつ歯車 8 に沿って円周方向に走行移動する。その結果、歯車 8 とともに回転走行台車 5 全体が、円周方向に走行移動する。

#### 【 0 0 3 6 】

また、回転走行台車 5 には円周方向に対して前後左右の 4 箇所にそれぞれ一対の周方向ガイドローラ 11 a、11 b が回転自在に設けられており、これらの周方向ガイドローラ 11 a、11 b が、リングレール 3 の円周方向に対する左右両端部 3 c、3 d をそれぞれ挟持している。従って、回転走行台車 5 はこれらの周方向ガイドローラ 11 a、11 b とリングレール 3 の左右両端部 3 c、3 d とに案内されて円滑に円周方向に走行移動することができる。

#### 【 0 0 3 7 】

上述したリングレール 3 と回転走行台車 5 により、レーザヘッド部 6 を円周方向に移動させる円周方向移動手段が構成されている。

#### 【 0 0 3 8 】

回転走行台車 5 の管軸 2 b の方向（以下単に管軸方向という）の側面には、平面視（図 1 参照）が矩形状で且つ正面視（図 3（b）参照）がコ字状の支持フレーム 12 が設けられている。そして、レーザヘッド部 6 は管軸方向に長い直方体状であり、支持フレーム 12 の中央部に配置され、管軸方向に移動可能に設けられている。詳述すると、支持フレーム 12 には管軸方向と平行にリニアレール 13 と、ボールねじ軸（おねじ）14 とが取り付けられている。ボールねじ 14 は軸受 15 を介して回転自在に支持フレーム 12 に支持されている。また、リニアレール 13 とボールねじ軸 14 は、レーザヘッド部 6 に対して円周方向の一方側と他方側とにそれぞれ配置されている。

#### 【 0 0 3 9 】

また、レーザヘッド部 6 の前記一方側の側面にはリニアブッシュ 16 が取り付けられており、このリニアブッシュ 16 がリニアレール 13 に管軸方向へ摺動可能に装着されている。レーザヘッド部 6 の前記他方側の側面にはボールナット（めねじ）17 が取り付けられており、このボールナット 17 とボールねじ軸 14 とが螺合している。また、ボールねじ軸 14 は回転走行台車 5 に設けられた軸方向駆動モータ 18 の回転軸に連結されている。

#### 【 0 0 4 0 】

従って、軸方向駆動モータ 18 によってボールねじ軸 14 が回転駆動されると、ボールナット 17 がボールねじ軸 14 にそって管軸方向（Z 方向）に移動し、その結果、ボールナット 17 とともにレーザヘッド部 6 全体が管軸方向に移動する。また、このときレーザヘッド部 6 はリニアレール 13 とリニアブッシュ 16 とに案内されて管軸方向に円滑に移動することができる。図 1 にはレーザヘッド部 6 が管軸方向の前方へ移動したときの状態を一点鎖線で示している。

#### 【 0 0 4 1 】

上述の軸方向駆動モータ１８とボールねじ軸１４とボールナット１７とにより、レーザーヘッド部６を管軸方向に沿って移動させる管軸方向移動手段が構成されている。

【００４２】

また、支持フレーム１２の管軸方向の前面にはローラ２１が回転自在に設けられており、これらのローラ２１は配管２の外表面２ａ上を円周方向に転動するようになっている。従って、回転走行台車５とともに支持フレーム１２やこれに支持されたレーザーヘッド部６などが円周方向に移動するとき、ローラ２１がこれらの荷重を支持しつつ配管２の外周面２ａ上を円周方向に転動することによって、前記円周方向の移動が円滑に行われる。

【００４３】

レーザーヘッド部６に設けられたレーザーヘッド７は、光ファイバ２５を介して図示しないＹＡＧレーザー発振装置などのレーザー発振装置に接続されている。従って、前記レーザー発振装置から出力されたレーザー光は、光ファイバ２５によってレーザーヘッド７まで伝送された後、レーザーヘッド７から出射されて配管２の外周面２ａに照射される（例えば図２のハッチング部分に照射される）。

【００４４】

また、レーザーヘッド部６には管軸方向（レーザーヘッド部６の長手方向）に平行に配置されたリニアモータ１９の固定部１９Ａと、このリニアモータ固定部１９Ａに沿って管軸方向に移動するリニアモータ１９の可動部１９Ｂとが設けられており、このリニアモータ可動部１９Ｂにレーザーヘッド７が取り付けられている。従って、レーザーヘッド７はリニアモータ１９によって管軸方向（レーザーヘッド部６の長手方向： $\gamma$ 方向）にオシレート移動することができる。

【００４５】

即ち、上述のリニアモータ１９により、レーザーヘッド７を管軸方向に沿ってオシレート移動するオシレート手段を構成している。なお、必ずしもこれに限定するものではなく、オシレート手段としてはレーザーヘッド７を管軸方向に沿ってオシレート移動することができるものであればよく、例えば前述の管軸方向移動手段をオシレート手段として用いることもできる。

【００４６】

そして、リニアモータ固定部１９Ａには、レーザーヘッド部６に設けられた傾斜駆動モータ２２の回転軸が連結されている。従って、傾斜駆動モータ２２によってリニアモータ固定部１９Ａが回転されると、リニアモータ可動部１９Ｂとともにレーザーヘッド７が、リニアモータ固定部１９Ａを回転軸として同回転軸回りに回転（ $\beta$ 方向に回転）することにより、管軸方向に対して右方向又は左方向に傾斜する。このとき、リニアモータ固定部１９Ａは管軸方向に平行であるため、レーザーヘッド７の向きが管軸２ｂと直交する面（仮想面）内で調整されて、レーザーヘッド７から出射されるレーザー光の出射方向が前記面内で調整されることになる。

【００４７】

即ち、上述の傾斜駆動モータ２２とリニアモータ１９は、レーザーヘッド部６の向きを管軸２ｂと直交する面内で調整することによって、レーザー光の出射方向を管軸２ｂと直交する面内で調整することにより、配管２の外周面２ａで反射したレーザー光がレーザーヘッド７に戻らないようにレーザー光の反射方向を調整する反射方向調整手段を構成している。

【００４８】

例えば、図４（ａ）に示すように反射方向調整手段でレーザーヘッド７の向き（レーザー光２３Ａの出射方向）を調整しない場合には、配管２の外周面２ａで反射したレーザー光２３Ａの反射光２３Ｂがレーザーヘッド７に戻ってきてしまうのに対し、図４（ｂ）に示すように反射方向調整手段でレーザーヘッド７の向き（レーザー光２３Ａの出射方向）を調整した場合には、配管２の外周面２ａで反射したレーザー光２３Ａの反射光２３Ｂがレーザーヘッド７に戻らないようにすることができる。

【００４９】

なお、この場合、必ずしも管軸２ｂと直交する面内でレーザーヘッド７の向き（レーザー光

の出射方向)を調整する場合に限定するものではなく、管軸 2 b と交差する面(仮想面)内でレーザヘッド 7 の向き(レーザ光 2 3 A の出射方向)を調整して反射光 2 3 B がレーザヘッド 7 に戻らないようにすればよい。

#### 【0050】

また、この場合、必ずしも反射方向調整手段によって反射方向を調整可能にする場合に限定するものではなく、固定であってよい。即ち、予めレーザヘッド 6 の向きを管軸 2 b と直交(交差でもよい)する面内で調整することによって、レーザ光 2 3 A の出射方向を管軸 2 b と直交(交差でもよい)する面内で調整することにより、配管 2 の外周面 2 a で反射したレーザ光がレーザヘッド 7 に戻らないように構成しておいてもよい。

#### 【0051】

また、上記ではレーザヘッド部 6 に設けるレーザヘッド 7 がオシレートタイプのものになっているが、これに限定するものではなく、レーザヘッド部 6 に設けるレーザヘッド 7 は、管軸方向に沿って複数個配置したマルチタイプのものであってもよい。例えば、図 5 に示すマルチタイプのものでは、レーザヘッド部 6 に管軸方向(レーザヘッド部 6 の長手方向)と平行に設けたスライド部材 2 4 に複数(図示例では 11 個)のレーザヘッド 7 が摺動可能に設けられている。各レーザヘッド 7 は、それぞれレーザ光 2 3 A を伝送する光ファイバ 2 5 を介して図示しないレーザ発振装置に接続されている。また、複数のレーザヘッド 7 の相互間隔はスライド部材 2 4 に沿って摺動させることにより、図 5 (a) に示すように広くしたり、図 5 (b) に示すように狭くしたり適宜調節することができる。

#### 【0052】

このようなマルチタイプにおいて、レーザヘッド 7 を  $\beta$  方向に移動(回動)させる場合には、例えば複数のレーザヘッド 7 に共通の軸(例えばスライド部材 2 4)を傾斜駆動モータなどの反射方向調整手段(回動手段)で回動させることによって全レーザヘッド 7 を同時に回動するようにしてもよく、各レーザヘッド 7 に個別に傾斜駆動モータなどの反射方向調整手段(回動手段)を設けて各レーザヘッド 7 を個別に回動させるようにしてもよい。

#### 【0053】

また、図示は省略するが、 $\theta$ 、 $Z$ 、 $\gamma$  及び  $\beta$  の各方向の移動位置や回動位置は、これらの移動位置や回動位置を検出するロータリエンコーダやリニアエンコーダなどの位置センサの位置検出信号に基づいて、駆動制御装置により、配管 2 の外周面 2 a に対して所定的位置となるように制御される。また、前記駆動制御装置では、レーザ発振装置から発振されるレーザ光 2 3 A の出力ひいては、レーザヘッド 7 から出射されて配管 2 の外周面 2 a に照射されるレーザ光 2 3 A の照射強度も制御するようになっている。

#### 【0054】

以上のように、本実施の形態例 1 の配管の残留応力改善装置 1 によれば、レーザ光 2 3 A を出射する 1 つ又は複数のレーザヘッド 7 を保持するレーザヘッド部 6 と、レーザヘッド 7 をレーザヘッド部 6 とともに配管 2 (直管部)の外周面に沿って管軸 2 b を中心とする円周方向に沿って移動させる円周方向移動手段(リングレール 3、回転走行台車 5)とを備えことを特徴とするものであるため、レーザ光 2 3 A により配管 2 の外周面 2 a を加熱して配管 2 の残留応力を低減(除去)することができ、しかも、従来のものに比べて装置構成がコンパクトであるため、比較的狭い限定された空間に設置して施工することもでき、コストダウンを図ることもできる。

#### 【0055】

更に、本実施の形態例 1 の配管の残留応力改善装置 1 によれば、レーザヘッド 7 の向きを管軸 2 b と交差する面内で調整することによってレーザ光 2 3 A の出射方向を同面内で調整することにより、配管 2 の外周面 2 a で反射したレーザ光 2 3 A (反射光 2 3 B)が、レーザヘッド 7 に戻らないように構成したことを特徴とするため、レーザ光 2 3 A の反射によってレーザヘッド 7 (レーザヘッド 7 に備えたレンズなど)が損傷するのを防止することができる。

#### 【0056】

特に、本実施の形態例 1 の配管の残留応力改善装置 1 では、反射方向調整手段（傾斜駆動モータ 22、リニアモータ 19）を備えたことを特徴としており、この反射方向調整手段によってレーザ光 23A の反射方向を調整することが可能であることから、レーザ光 23A の反射によるレーザヘッド 7（レーザヘッド 7 に備えたレンズなど）の損傷を、より確実に防止することができる。

#### 【0057】

##### ＜実施の形態例 2＞

図 6 は本発明の実施の形態例 2 に係る配管の残留応力改善装置の構成を一部破断して示す平面図、図 7 は前記配管の残留応力改善装置の構成を一部破断して示す側面図（図 6 の D 方向矢視図）である。なお、これらの図において上記実施の形態例 1（図 1～図 4 参照）と同様の部分については同一の符号を付し、ここでの詳細な説明は省略する。

#### 【0058】

図 6 及び図 7 に示す本実施の形態例 2 の配管の残留応力改善装置 41 は、直管部 2A と、この直管部 2A に続く L 字状（円弧状）の屈曲管部（エルボ管部）2B とを有する配管 2 において、特に屈曲管部 2B の内周面に溶接（溶接部 42 参照）などによって生じた引っ張りの残留応力を低減（除去も含む）するために用いて好適なものである。但し、本配管の残留応力改善装置 41 は屈曲管部 2B の残留応力を低減するのみならず、直管部 2A の残留応力を低減することもできる。

#### 【0059】

図 6 及び図 7 に示すように、本配管の残留応力改善装置 41 でも、リングレール 3 は上記実施の形態例 1 の場合と同様、屈曲管部 2A の近傍において、直管部 2A の外周面 2a に装着されている。

#### 【0060】

そして、本配管の残留応力改善装置 41 では、上記実施の形態例 1 の配管の残留応力改善装置 1 におけるレーザヘッド部 6 に代えてレーザヘッド部 43 と、このレーザヘッド部 43 を支持する支持部材 44 とを備えている。上記実施の形態例 1 では支持フレーム 12 の中央部にレーザヘッド部 6 を配置しているが（図 1 参照）、本実施の形態例 2 ではレーザヘッド部 43 は支持フレーム 12 から離れた位置、即ち、上記実施の形態例 1 に比べて配管 2 から離れた位置に配設されており、支持部材 44 が支持フレーム 12 の中央部に配置されている。

#### 【0061】

従って、リニアレール 13 とボールねじ軸 14 は支持部材 44 に対して、配管 2 の直管部 2A の管軸 2b（仮想軸）を中心とする円周方向（ $\theta$  方向：以下単に円周方向という）の一方側と他方側とにそれぞれ配置されている。また、リニアブッシュ 16 は支持部材 44 の前記一方側の側面に取り付けられており、ボールナット 17 は支持部材 44 の前記他方側の側面に取り付けられている。

#### 【0062】

支持部材 44 は配管 2 の直管部 2A の径方向に所定の長さを有し、先端側が屈曲した L 字状のものである。そして、この支持部材 44 の先端部にレーザヘッド部 44 を取り付けることにより、レーザヘッド部 43 と配管 2 の外周面 2a との距離ひいては、レーザヘッド部 44 に保持されたレーザヘッド 45 と、配管 2 の外周面 2a との距離が所定の距離に設定されている。この所定の距離は配管 2 の径、後述するレーザヘッド 45 の向き（レーザ光 23A の出射方向）、屈曲管部 2B の外周面 2a におけるレーザ光の照射位置などによって適宜設定すればよい。

#### 【0063】

レーザヘッド部 43 は管軸方向に長い直方体状のものである。レーザヘッド部 43 に設けられたレーザヘッド 48 は、光ファイバ 25 を介して図示しない YAG レーザ発振装置などのレーザ発振装置に接続されている。従って、前記レーザ発振装置から出力されたレーザ光 23A は、光ファイバ 25 によってレーザヘッド 48 まで伝送された後、レーザヘッド 48 から出射されて屈曲管部 2B の外周面 2a に照射される。

#### 【0064】

また、レーザヘッド部43に設けられたレーザヘッド48はオシレートタイプのものである。即ち、レーザヘッド部43には管軸2bの方向（以下単に管軸方向という）に平行（レーザヘッド部43の長手方向に平行）に配置されたリニアモータ46の固定部46Aと、このリニアモータ固定部46Aに沿って管軸方向に移動するリニアモータ46の可動部46Bとが設けられており、このリニアモータ可動部46Bにレーザヘッド48が傾斜駆動モータ45を介して取り付けられている。

#### 【0065】

従って、レーザヘッド48はリニアモータ46により、傾斜駆動モータ45とともに管軸方向（レーザヘッド部43の長手方向： $\gamma$ 方向）にオシレート移動することができる。即ち、上述のリニアモータ46により、レーザヘッド48を管軸方向に沿ってオシレート移動するオシレート手段を構成している。なお、必ずしもこれに限定するものではなく、オシレート手段としてはレーザヘッド48を管軸方向に沿ってオシレート移動することができるものであればよく、例えば軸方向駆動モータ18とボールねじ軸14とボールナット17とから構成される管軸方向移動手段をオシレート手段として用いることもできる。

#### 【0066】

そして更に、レーザヘッド48は傾斜駆動モータ45によって $\alpha$ 方向に回動されるようになっている。即ち、傾斜駆動モータ45は、その回転軸45aの軸方向が管軸2bを含む面（仮想面）と直交しており、この回転軸45aを回転軸として同回転軸回りにレーザヘッド48を回動させる（ $\alpha$ 方向に回動させる）。その結果、レーザヘッド48の向きを管軸方向の前方側（屈曲管部方向側）へ向けて、レーザヘッド48から出射されるレーザ光23Aの出射方向を管軸方向の前方側へ向けることができるため、レーザ光23Aを、レーザヘッド部43（レーザヘッド48）よりも管軸方向の前方に位置する屈曲管部2Bの外周面2aに照射することができる。

#### 【0067】

即ち、上述の傾斜駆動モータ45は、レーザヘッド48の向きを管軸2bを含む面（仮想面）内で調整することによってレーザ光23Aの出射方向を同面内で調整することにより、レーザ光23Aを、レーザヘッド48よりも管軸方向の前方に位置する屈曲管部2Bの外周面2aに照射するようにレーザ光23Aの出射方向を調整する出射方向調整手段を、構成している。

#### 【0068】

なお、この場合、必ずしも出射方向調整手段によって調整可能にする場合に限定するものではなく、固定であってもよい。即ち、予め、レーザヘッド48の向きを管軸2bを含む面内で調整することによってレーザ光23Aの出射方向を同面内で調整することにより、レーザ光23Aを、レーザヘッド48よりも管軸方向の前方に位置する屈曲管部2Bの外周面2aに照射するように構成しておいてもよい。

#### 【0069】

また、リニアモータ固定部46Aには、レーザヘッド部43に設けられた傾斜駆動モータ49の回転軸が連結されている。従って、傾斜駆動モータ49によってリニアモータ固定部46Aが回動されると、リニアモータ可動部46Bとともにレーザヘッド48が、リニアモータ固定部46Aを回転軸として同回転軸回りに回動（ $\beta$ 方向に回動）することにより、管軸方向に対して右方向又は左方向に傾斜する。このとき、リニアモータ固定部46Aは管軸方向に平行であるため、レーザヘッド48の向きが管軸2bと直交する面（仮想面）内で調整されて、レーザヘッド48から出射されるレーザ光23Aの出射方向が同面内で調整されることになる。

#### 【0070】

即ち、上述の傾斜駆動モータ49とリニアモータ46とにより、レーザヘッド48の向きを管軸2bと直交（交差でもよい）する面内で調整することによってレーザ光23Aの出射方向を同面内で調整することにより、配管2の外周面2aで反射したレーザ光23Aがレーザヘッド7に戻らないようにレーザ光23Aの反射方向を調整する反射方向調整手

段を、構成している。

#### 【0071】

なお、かかる反射方向調整手段は、特に直管部2Aの外周面2aにレーザ光23Aを照射する場合に有効である。つまり、直管部2Aの外周面2aにレーザ光23Aを照射する際、傾斜駆動モータ45によってレーザヘッド48を管軸方向の前方に傾斜させずにレーザ光23Aを照射する場合には、前記反射方向調整手段によってレーザ光23Aの出射方向を調整することにより、当該レーザ光23Aの反射光がレーザヘッド48に戻ってくるのを防止することができる（図4参照）。

#### 【0072】

また、この場合、必ずしも反射方向調整手段によって調整可能にする場合に限定するものではなく、固定であってもよい。即ち、予め、レーザヘッド48の向きを管軸2bと直交（交差でもよい）する面内で調整することによってレーザ光23Aの出射方向を同面内で調整することにより、直管部2Aの外周面2aで反射したレーザ光23Aがレーザヘッド48に戻らないように構成しておいてもよい。

#### 【0073】

また、上記ではレーザヘッド部43に設けるレーザヘッド48がオシレートタイプのものになっているが、これに限定するものではなく、レーザヘッド部43に設けるレーザヘッド48は管軸方向に沿って複数個配置したマルチタイプのものにしてもよい。例えば、前述のような図5に示すマルチタイプのものでもよい。なお、図5において、レーザヘッド6はレーザヘッド48に置き換える。

#### 【0074】

このようなマルチタイプにおいて、レーザヘッド48を $\beta$ 方向に移動（回動）させる場合には、例えば複数のレーザヘッド48に共通の軸（例えばスライド部材24）を傾斜駆動モータなどの反射方向調整手段（回動手段）で回動させることによって全レーザヘッド48を同時に回動するようにしてもよく、各レーザヘッド48に個別に傾斜駆動モータなどの反射方向調整手段（回動手段）を設けて、各レーザヘッド48を個別に回動させるようにしてもよい。

#### 【0075】

また、このようなマルチタイプにおいて、レーザヘッド48を $\alpha$ 方向に移動（回動）させる場合には、各レーザヘッド48に傾斜駆動モータ45を設けて各レーザヘッド48を個別に移動（回動）させるようにしてもよく、回動可能に設けたレーザヘッド48を全て適宜の連結手段で連結して、例えば1台の傾斜駆動モータ45で全レーザヘッド48を同時に移動（回動）させるようにしてもよい。

#### 【0076】

また、図示は省略するが、 $\theta$ 、 $Z$ 、 $\gamma$ 、 $\beta$ 及び $\alpha$ の各方向の移動位置や回動位置は、これらの移動位置や回動位置を検出するロータリエンコーダやリニアエンコーダなどの位置センサの位置検出信号に基づいて、駆動制御装置により、配管2（直管部22A、屈曲管部22B）の外周面2aに対して所定の位置となるように制御される。また、前記駆動制御装置では、レーザ発振装置から発振されるレーザ光23Aの出力ひいては、レーザヘッド48から出射されて配管2の外周面2aに照射されるレーザ光23Aの照射強度も制御するようになっている。

#### 【0077】

特に、屈曲管部2Bの外周面2aにレーザ光23Aを照射する場合、図7のように管軸方向の各位置から斜めにレーザ光23Aを照射すると、管軸方向の後方側（直管部方向側）と前方側（屈曲管部方向側）とではレーザ光23Aの照射距離が異なるため、屈曲管部2Bの外周面2aの各位置における照射強度が異なってしまうことがある。

#### 【0078】

そこで、出射方向調整手段としての駆動制御装置では、各位置の照射強度を均一にするようにレーザ発振装置から発振されるレーザ光23Aの出力を調整する。即ち、レーザヘッド48がオシレートタイプの場合には、レーザヘッド48の各オシレート位置でレーザ



ヘッド４８から出射されるレーザ光２３Ａの屈曲管部２Ｂの外周面２ａにおける照射強度が均一になるようにレーザ発振器からのレーザ光２３Ａの出力を調整する。また、レーザヘッド４８がマルチタイプの場合には、複数のレーザヘッド４８からそれぞれ出射されるレーザ光２３Ａの屈曲管部２Ｂの外周面２ａにおける照射強度が均一になるように各レーザ発振装置からのレーザ光２３Ａの出力を調整する。

#### 【００７９】

また、駆動制御装置では、軸方向駆動モータ１８などから構成される管軸方向移動手段を制御して、レーザヘッド部４３（レーザヘッド４８）の管軸方向の位置を調整することにより、例えば屈曲管部２Ｂの腹側（曲率半径の小さい側：図７の下側）の外周面２ａにレーザ光２３Ａを照射するときの照射位置や、屈曲管部２Ｂの背側（曲率半径の大きい側：図７の上側）の外周面２ａにレーザ光２３Ａを照射するときの照射位置などを調整する。

#### 【００８０】

以上のことから、本実施の形態例２の配管の残留応力改善装置４１によれば上記実施の形態例１の配管の残留応力改善装置１と同様の作用効果が得られる他、次のような作用効果が得られる。

#### 【００８１】

即ち、本実施の形態例２の配管の残留応力改善装置４１によれば、レーザヘッド４８の向きを管軸２ａを含む面内で調整することによってレーザ光２３Ａの出射方向を同面内で調整することにより、レーザ光２３Ａを、レーザヘッド４８よりも管軸方向の前方に位置する屈曲管部２Ｂの外周面２ａに照射する構成としたことを特徴とするため、屈曲管部２Ｂの外周面２ａへのレーザ光２３Ａの照射が可能となり、屈曲管部２Ｂの残留応力を低減（除去）することができる。即ち、屈曲管部２Ｂに好適な配管の残留応力改善装置を実現することができる。

#### 【００８２】

特に、本実施の形態例２の配管の残留応力改善装置４１では、出射方向調整手段（傾斜駆動モータ４５）を備えたことを特徴としており、この出射方向調整手段によってレーザ光２３Ａの出射方向を調整することが可能であることから、屈曲管部２Ｂの外周面２ａへのレーザ光２３Ａの照射を、より確実に行うことができ、屈曲管部２Ｂの残留応力の低減（除去）を、より確実に行うことができる。即ち、より屈曲管部２Ｂに好適な配管の残留応力改善装置を実現することができる。

#### 【００８３】

また、本実施の形態例２の配管の残留応力改善装置４１によれば、管軸方向移動手段（軸方向駆動モータ１８、ボールねじ軸１４、ボールナット１７）を備えたことを特徴としており、この管軸方向移動手段によってレーザヘッド部４３を管軸方向へ移動させることにより、屈曲管部２Ｂの外周面におけるレーザ光２３Ａの照射位置を適宜調整することができることから、例えば屈曲管部２Ｂの腹側の外周面２ａと、屈曲管部２Ｂの背側の外周面２とにレーザ光２３Ａを確実に照射することができる。

#### 【００８４】

また、本実施の形態例２の配管の残留応力改善装置４１によれば、出力調整手段（駆動制御装置）を備えたことを特徴としており、この出力調整手段によって各オシレート位置でレーザヘッド４８（オシレートタイプ）から出射されるレーザ光２３Ａの屈曲管部２Ｂの外周面２ａにおける照射強度を均一にすることが可能であることから、よりの確且つ効率的に屈曲管部２Ｂの外周面２ａをレーザ光２３Ａによって加熱することができる。

#### 【００８５】

或いは、本実施の形態例２の配管の残留応力改善装置４１によれば、出力調整手段（駆動制御装置）を備えたことを特徴としており、この出力調整手段によって複数のレーザヘッド４８（マルチタイプ）からそれぞれ出射されたレーザ光２３Ａの屈曲管部２Ｂの外周面２ａにおける照射強度を均一にすることができることから、よりの確且つ効率的に屈曲管部２Ｂの外周面２ａをレーザ光２３Ａによって加熱することができる。

#### 【 0 0 8 6 】

##### < 実施の形態例 3 >

図 8 は本発明の実施の形態例 3 に係る配管の残留応力改善装置の構成を示す側面図である。

#### 【 0 0 8 7 】

図 8 に示す本実施の形態例 3 の配管の残留応力改善装置 6 1 は、直管部 2 A と、この直管部 2 A に続く L 字状（円弧状）の屈曲管部（エルボ管部） 2 B とを有する配管 2 において、特に屈曲管部 2 B の内周面に溶接（溶接部 6 6 参照）などによって生じた引っ張りの残留応力を低減（除去も含む）するために用いて好適なものである。但し、本配管の残留応力改善装置 6 1 は屈曲管部 2 B の残留応力を低減するのみならず、直管部 2 A の残留応力を低減することもできる。

#### 【 0 0 8 8 】

図 8 に示すように、配管の残留応力改善装置 6 1 は、リングレール 3、回転走行台車 5、レーザヘッド 6 2 を保持するレーザヘッド部 6 3 などを備えている。

#### 【 0 0 8 9 】

リングレール 3 は、屈曲管部 2 B の近傍において、直管部 2 A の周囲を取り囲むようにして直管部 2 A の外周面 2 a に取り付けられている。回転走行台車 5 は、リングレール 3 の周面に沿って走行する。即ち、回転走行台車 5 は、リングレール 3 に係合しつつ、このリングレール 3 を軌道として走行することにより、直管部 2 A の外周面 2 a に沿って直管部 2 A の管軸 2 b（仮想軸）を中心とする円周方向（ $\theta$  方向：以下単に円周方向という）に走行移動する。リングレール 3 の外周面 3 a には歯車 3 b が形成されており、この歯車 3 b と、回転走行台車 5 に設けた図示しない歯車とが噛合している。なお、リングレール 3 及び回転走行台車 5 の具体的な構成については、上記実施の形態例 1 のリングレール 3 及び回転走行台車 5 と同様であるため、ここでの図示及び詳細な説明は省略する。

#### 【 0 0 9 0 】

上述のリングレール 3 と回転走行台車 5 により、レーザヘッド部 6 3 を円周方向に移動させる円周方向移動手段が構成されている。

#### 【 0 0 9 1 】

回転走行台車 5 の管軸 2 b の方向（以下単に管軸方向という）の後方側には、回転走行台車 5 の管軸方向の前方側（屈曲管部方向側）に設けられたレーザヘッド部 6 3 などの重量バランスをとるためにバランスウエイト 6 4 が設けられている。

#### 【 0 0 9 2 】

回転走行台車 5 にはリニアモータ 6 4 が取り付けられている。リニアモータ 6 4 は回転走行台車 5 の外周面 5 a に固定されたリニアモータ固定部 6 4 A と、このリニアモータ固定部 6 4 A に沿って管軸方向に移動する前後（管軸方向）スライドとしてのリニアモータ可動部 6 4 B とを有してなるものである。即ち、リニアモータ 6 4 は、レーザヘッド部 6 3（レーザヘッド 6 2）を管軸方向（Z 方向）に沿って移動させる管軸方向移動手段を構成している。

#### 【 0 0 9 3 】

リニアモータ可動部 6 4 B の先端部には側面視がコ字状の支持部材 6 5 が接続されており、この支持部材 6 5 にリニアモータ 6 7 が取り付けられている。リニアモータ 6 7 の固定部 6 7 A はその長手方向が直管部 2 A の半径方向（以下単に半径方向という）に沿うようにして支持部材 6 5 に固定されている。リニアモータ 6 7 の可動部 6 7 B は、リニアモータ固定部 6 7 B に沿って半径方向（L 方向）に移動する。即ち、リニアモータ 6 4 は、レーザヘッド部 6 3（レーザヘッド 6 2）を半径方向（L 方向）に沿って移動させる径方向移動手段を構成している。

#### 【 0 0 9 4 】

更に、リニアモータ可動部 6 7 B には側面視がコ字状の支持部材 6 9 が接続されており、この支持部材 6 9 にリニアモータ 6 8 が取り付けられている。リニアモータ 6 8 の固定部 6 8 A はその長手方向が半径方向に沿うようにして支持部材 6 9 に固定されている。リ

ニアモータ68の可動部68Bはリニアモータ固定部68Aに沿って半径方向（L方向）に移動する。

#### 【0095】

レーザヘッド部63は管軸方向に長い直方体状のものであり、管軸方向の後方側（直管部方向側）の端部には管軸方向に長い長孔70が形成された連結部71が突設されている。一方、リニアモータ可動部68Bには連結軸72を有する連結部73が突設されている。そして、長孔70に連結軸72が、長孔70の長手方向に摺動可能に挿通されて、リニアモータ可動部68B（連結部73）とレーザヘッド部63（連結部71）とが連結されている。

#### 【0096】

また、支持部材69の直管部2A側の面には管軸方向に沿ってレーザヘッド部6まで延びた連結部材74が接続されている。連結部材74の途中には直管部2Aの外周面2a上を円周方向に沿って転動するガイドローラ75が、回転自在に設けられている。そして、連結部材74の管軸方向前方側の端部には回動軸76を介して、レーザヘッド部63の直管部2A側の面に突設された連結部77が連結されている。回動軸76（連結部77）は、レーザヘッド部63の管軸方向の後方側（基端側）に位置している。

#### 【0097】

従って、リニアモータ可動部68Bがリニアモータ固定部68Aに沿って半径方向に移動すると、レーザヘッド部63がその基端側に位置する回動軸76を回動中心として回動（ $\alpha$ 方向に回動）するため、レーザヘッド部63の管軸方向の前方側（先端側）が屈曲管部2Bの外周面2bに対して接近又は離反する。この場合、回動軸76はその軸方向が、管軸2bを含む面（仮想面）と直交しているため、レーザヘッド部63は管軸2bを含む面内で回動することになる。

#### 【0098】

即ち、上述のリニアモータ68と連結部71の連結軸72と連結部71の長孔70と連結部材74と連結部77の回動軸76とにより、レーザヘッド部63を、レーザヘッド部63の管軸方向の後方側に位置する回動軸76を回動中心として管軸2bを含む面内で回動させることにより、レーザヘッド部63の管軸方向の前方側（屈曲管部方向側）を屈曲管部2Aの外周面2bに対して接近、離反可能な回動手段を構成している。

#### 【0099】

レーザヘッド部63に設けられたレーザヘッド62は、光ファイバ78を介して図示しないYAGレーザ発振装置などのレーザ発振装置に接続されている。従って、前記レーザ発振装置から出力されたレーザ光23Aは、光ファイバ78によってレーザヘッド62まで伝送された後、レーザヘッド62から出射されて屈曲管部2Aの外周面2aに照射される（例えば図8のハッチング部分に照射される）。

#### 【0100】

また、レーザヘッド部63にはレーザヘッド部63の長手方向に平行に配置されたリニアモータ79の固定部79Aと、このリニアモータ固定部79Aに沿って前記長手方向に移動するリニアモータ79の可動部79Bとが設けられており、このリニアモータ可動部79Bにレーザヘッド62が取り付けられている。従って、レーザヘッド62はリニアモータ79によって前記長手方向（ $\gamma$ 方向）にオシレート移動することができる。

#### 【0101】

即ち、上述のリニアモータ79により、レーザヘッド62を前記長手方向に沿ってオシレート移動するオシレート手段を構成している。

#### 【0102】

また、リニアモータ固定部79Aには、レーザヘッド部63に設けられた傾斜駆動モータ80の回転軸が連結されている。従って、傾斜駆動モータ80によってリニアモータ固定部79Aが回動されると、リニアモータ可動部79Bとともにレーザヘッド62が、リニアモータ固定部79Aを回動軸として同回動軸回りに回動（ $\beta$ 方向に回動）し、管軸方向に対して右方向又は左方向に傾斜する。

#### 【0103】

このとき、前記回動手段によってレーザヘッド部63が回動されずにリニアモータ固定部79Aが管軸方向に平行であれば、レーザヘッド62の向きが管軸2bと直交する面（仮想面）内で調整されて、レーザヘッド62から出射されるレーザ光23Aの出射方向が同面内で調整されることになる。また、前記回動手段によってレーザヘッド部63が回動されていれば、レーザヘッド62の向きが管軸2bと交差する面（仮想面）内で調整されて、レーザヘッド62から出射されるレーザ光23Aの出射方向が同面内で調整されることになる。何れにしても、上述の傾斜駆動モータ80とリニアモータ79とにより、レーザヘッド62の向きを管軸2bと交差（直交の場合も含む）する面内で調整することによってレーザ光23Aの出射方向を同面内で調整することにより、配管2（直管部2A、屈曲管部2B）の外周面2aで反射したレーザ光23Aがレーザヘッド62に戻らないようにレーザ光23Aの反射方向を調整する反射方向調整手段を構成している（図4参照）。

#### 【0104】

なお、この場合、必ずしも反射方向調整手段によって反射方向を調整可能にする場合に限定するものではなく、固定であってよい。即ち、予め、レーザヘッド63の向きを管軸2bと交差する面内で調整することによってレーザ光23Aの出射方向を同面内で調整することにより、配管2の外周面2aで反射したレーザ光23Aがレーザヘッド62に戻らないように構成しておいてもよい。

#### 【0105】

また、上記ではレーザヘッド部63に設けるレーザヘッド62がオシレートタイプのもになっているが、これに限定するものではなく、レーザヘッド部63に設けるレーザヘッド62は管軸方向に沿って複数個配置したマルチタイプのものであってもよい。例えば、前述のような図5に示すマルチタイプのものでよい。なお、図5において、レーザヘッド6はレーザヘッド62に置き換える。

#### 【0106】

このようなマルチタイプにおいて、レーザヘッド7を $\beta$ 方向に移動（回動）させる場合には、例えば複数のレーザヘッド62に共通の軸（例えばスライド部材24）を傾斜駆動モータなどの反射方向調整手段（回動手段）で回動させることによって全レーザヘッド62を同時に回動するようにしてもよく、各レーザヘッド62に個別に傾斜駆動モータなどの反射方向調整手段（回動手段）を設けて各レーザヘッド62を個別に回動させるようにしてもよい。

#### 【0107】

また、図示は省略するが、 $\theta$ 、 $Z$ 、 $L$ 、 $\gamma$ 、 $\beta$ 及び $\alpha$ の各方向の移動位置や回動位置は、これらの移動位置や回動位置を検出するロータリエンコーダやリニアエンコーダなどの位置センサの位置検出信号に基づいて、駆動制御装置により、配管2（直管部22A、屈曲管部22B）の外周面2aに対して所定の位置となるように制御される。また、前記駆動制御装置では、レーザ発振装置から発振されるレーザ光23Aの出力ひいては、レーザヘッド62から出射されて配管2（直管部2A、屈曲管部2B）の外周面2aに照射されるレーザ光23Aの照射強度も制御するようになっている。

#### 【0108】

特に、駆動制御装置では、リニアモータ68などから構成される回動手段や、リニアモータ64から構成される管軸方向移動手段を制御して、レーザヘッド部63の回動位置や管軸方向の位置を調整することにより、レーザヘッド部63（レーザヘッド62）と屈曲管部2Bの外周面2aとの相対位置関係を調整する。

#### 【0109】

例えば図8に示すように、屈曲管部2Bの腹側（曲率半径の小さい側：図8の下側）の外周面2aにレーザ光23Aを照射するときには、前記回動手段によってレーザヘッド部63を屈曲管部2Aの外周面2aから離反させるように回動させ、且つ、レーザヘッド部63を管軸方向後方側（直管部方向側）へ移動させることにより、レーザヘッド部63と屈曲管部2Aの外表面2aとの干渉を防止する。また、屈曲管部2Bの背側（曲率半径の

大きい側：図 8 の上側）の外周面 2 a にレーザ光 2 3 A を照射するときには、前記回動手段によってレーザヘッド部 6 3 を屈曲管部 2 A の外周面 2 a に接近するように回動させ、且つ、レーザヘッド部 6 3 を管軸方向前方側（屈曲管部方向側）へ移動させることにより、レーザヘッド部 6 3（レーザヘッド 6 2）が屈曲管部 2 B の外周面 2 a から離れ過ぎてしまうのを防止する。

【0 1 1 0】

以上のことから、本実施の形態例 3 の配管の残留応力改善装置 6 1 によれば上記実施の形態例 1 の配管の残留応力改善装置 1 と同様の作用効果が得られる他、次のような作用効果が得られる。

【0 1 1 1】

即ち、本実施の形態例 3 の配管の残留応力改善装置 6 1 によれば、回動手段（リニアモータ 6 8、連結部 7 1、連結軸 7 2、連結部材 7 4、連結部 7 7 の回動軸 7 6）を備えたことを特徴としており、この回動手段によってレーザヘッド部 6 3 を、レーザヘッド部 6 3 の管軸方向の後方側に位置する回動軸 7 6 を回動中心として管軸 2 b を含む面内で回動させることにより、レーザヘッド部 6 3 の管軸方向の前方側を屈曲管部 2 B の外周面に対して接近、離反することが可能なことから、屈曲管部 2 B の外周面、即ち、屈曲管部 2 B の腹側や背側の外周面 2 a などとレーザヘッド部 6 3 との干渉を防止しながら、同外周面 2 a に接近して、同外周面 2 a にレーザ光 2 3 A を照射することができる。従って、屈曲管部 2 B の外周面 2 a を効率的に加熱して屈曲管部 2 B の残留応力を低減することができ、屈曲管部 2 B に好適な配管の残留応力改善装置を実現することができる。

【0 1 1 2】

また、本実施の形態例 3 の配管の残留応力改善装置 6 1 によれば、管軸方向移動手段（リニアモータ 6 4）を備えたことを特徴としており、この管軸方向移動手段によってレーザヘッド部 6 3 を管軸方向へ移動させることにより、屈曲管部 2 B の外周面 2 a におけるレーザ光 2 3 A の照射位置を適宜調整することができることから、より確実にレーザヘッド部 6 3 と屈曲管部 2 B の腹側や背側の外周面 2 a などとの干渉を防止しながら、同外周面 2 a に接近して、同外周面 2 a にレーザ光 3 A を照射することができる。従って、屈曲管部 2 B の外周面 2 a をより効率的に加熱して屈曲管部 2 b の残留応力を低減することができ、屈曲管部 2 B により好適な配管の残留応力改善装置を実現することができる。

【0 1 1 3】

なお、上記実施の形態例 1～3 における各方向（ $\theta$ 、 $Z$ 、 $L$ 、 $\gamma$ 、 $\beta$ 、 $\alpha$ ）への移動手段、調整手段、回動手段は、必ずしも上記のような駆動モータとボールねじの組合せやリニアモータなどに限定するものでなく、それぞれの方向への移動、調整、回動などが可能なものであればよく、例えばラック・アンド・ピニオンなど、各種の移動手段、調整手段、回動手段を用いることができる。

【産業上の利用可能性】

【0 1 1 4】

本発明は配管の残留応力改善装置に関するものであり、溶接などによって配管の直管部や屈曲管部に生じる残留応力を、前記直管部や屈曲管部の外周面にレーザ光を照射して加熱することにより低減する場合に適用して有用なものである。

【図面の簡単な説明】

【0 1 1 5】

【図 1】本発明の実施の形態例 1 に係る配管の残留応力改善装置の構成を一部破断して示す平面図である。

【図 2】前記配管の残留応力改善装置の構成を一部破断して示す側面図（図 1 の A 方向矢視図）である。

【図 3】（a）は図 1 の B 方向矢視図、（b）は図 1 の C 方向矢視図である。

【図 4】前記配管の残留応力改善装置に備えた反射方向調整手段の作用効果を示す説明図である。

【図 5】 マルチタイプのレーザヘッドの構成例を示す図である。

【図 6】 本発明の実施の形態例 2 に係る配管の残留応力改善装置の構成を一部破断して示す平面図である。

【図 7】 前記配管の残留応力改善装置の構成を一部破断して示す側面図（図 6 の D 方向矢視図）である。

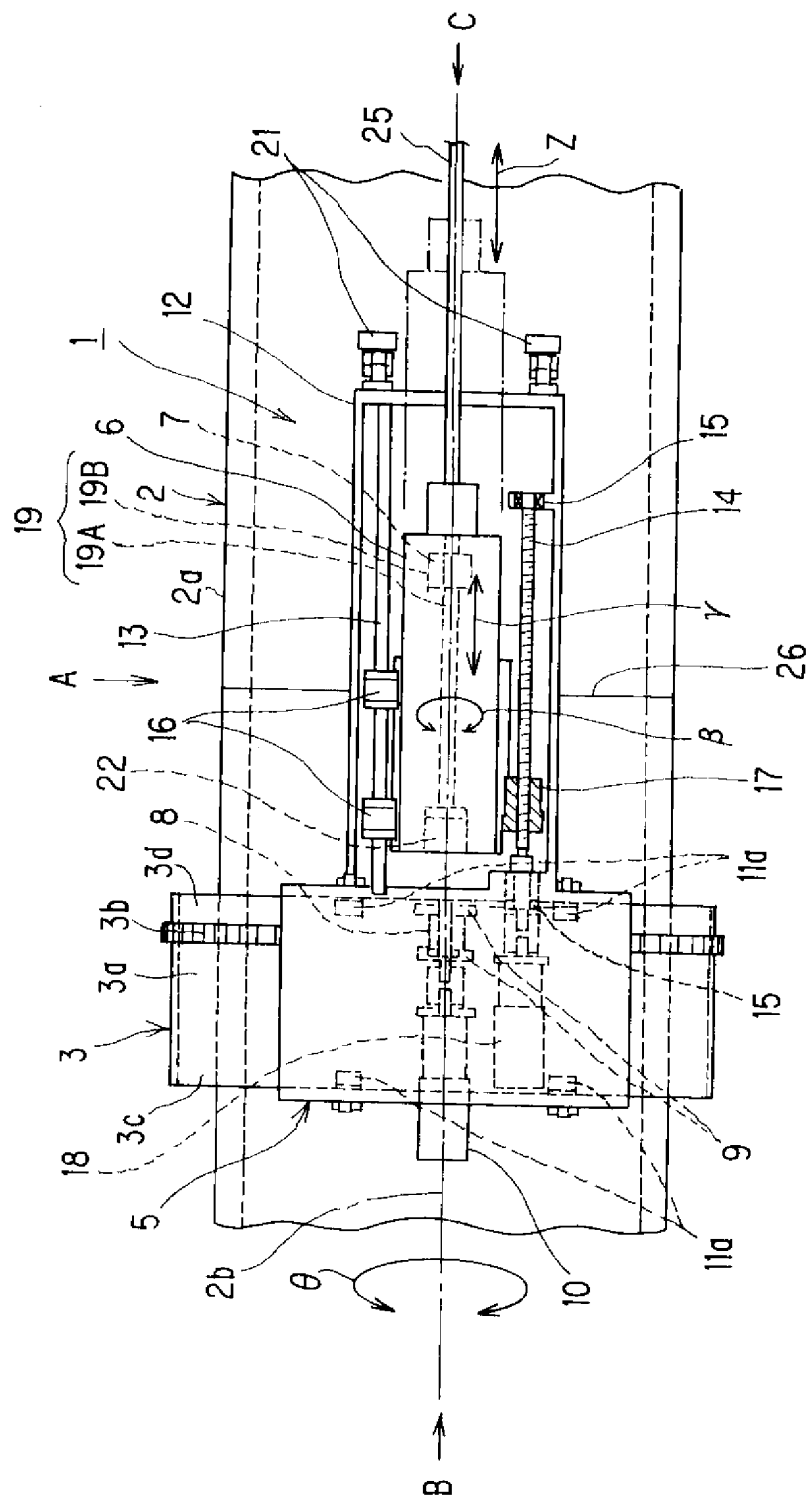
【図 8】 本発明の実施の形態例 3 に係る配管の残留応力改善装置の構成を示す側面図である。

【符号の説明】

【 0 1 1 6 】

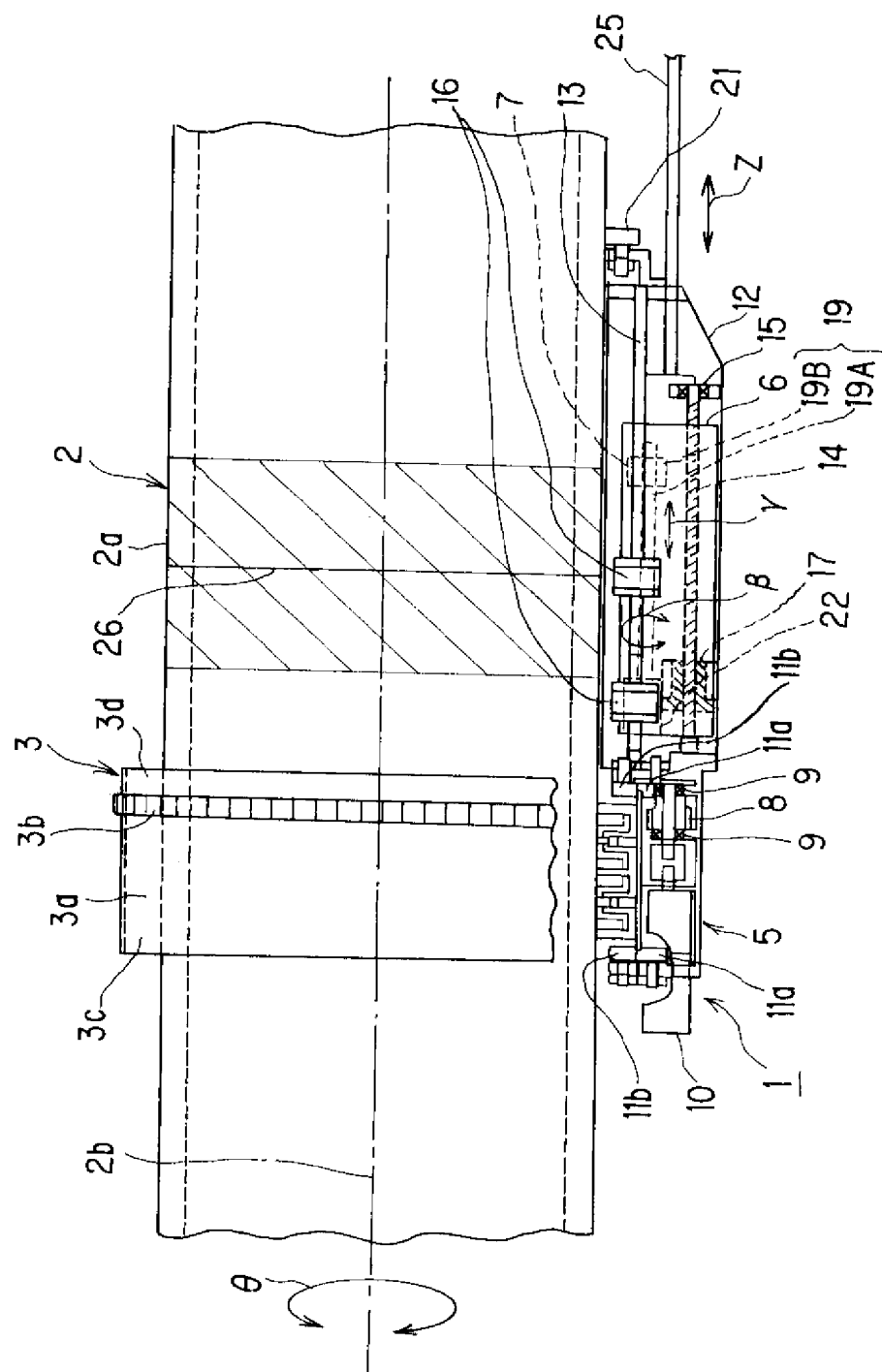
- 1 配管の残留応力改善装置
- 2 配管（直管）
- 2 A 直管部
- 2 B 屈曲管部
- 2 a 外周面
- 2 b 管軸
- 3 リングレール
- 3 A, 3 B リングレール部材
- 3 a 外周面
- 3 b 歯車
- 3 c, 3 d 端部
- 4 ボルト
- 5 回転走行台車
- 6 レーザヘッド部
- 7 レーザヘッド
- 8 歯車
- 9 軸受
- 1 0 周方向駆動モータ
- 1 1 a, 1 1 b 周方向ガイドローラ
- 1 2 支持フレーム
- 1 3 リニアレール
- 1 4 ボールねじ軸
- 1 5 軸受
- 1 6 リニアブッシュ
- 1 7 ボールナット
- 1 8 軸方向駆動モータ
- 1 9 リニアモータ
- 1 9 A リニアモータ固定部
- 1 9 B リニアモータ可動部
- 2 1 ローラ
- 2 2 傾斜駆動モータ
- 2 3 A レーザ光
- 2 3 B 反射光
- 2 4 スライド部材
- 2 5 光ファイバ
- 2 6 溶接部
- 4 1 配管の残留応力改善装置
- 4 2 溶接部
- 4 3 レーザヘッド部
- 4 4 支持部材
- 4 5 傾斜駆動モータ

4 5 a 回転軸  
4 6 リニアモータ  
4 6 A リニアモータ固定部  
4 6 B リニアモータ可動部  
4 8 レーザヘッド  
4 9 傾斜駆動モータ  
6 1 配管の残留応力改善装置  
6 2 レーザヘッド  
6 3 レーザヘッド部  
6 4 リニアモータ  
6 4 A リニアモータ固定部  
6 4 B リニアモータ可動部  
6 5 支持部材  
6 6 溶接部  
6 7 リニアモータ  
6 7 A リニアモータ固定部  
6 7 B リニアモータ可動部  
6 8 リニアモータ  
6 8 A リニアモータ固定部  
6 8 B リニアモータ可動部  
6 9 支持部材  
7 0 長孔  
7 1 連結部  
7 2 連結軸  
7 3 連結部  
7 4 連結部材  
7 5 ガイドローラ  
7 6 回動軸  
7 7 連結部  
7 8 光ファイバ  
7 9 リニアモータ  
7 9 A リニアモータ固定部  
7 9 B リニアモータ可動部  
8 0 傾斜駆動モータ



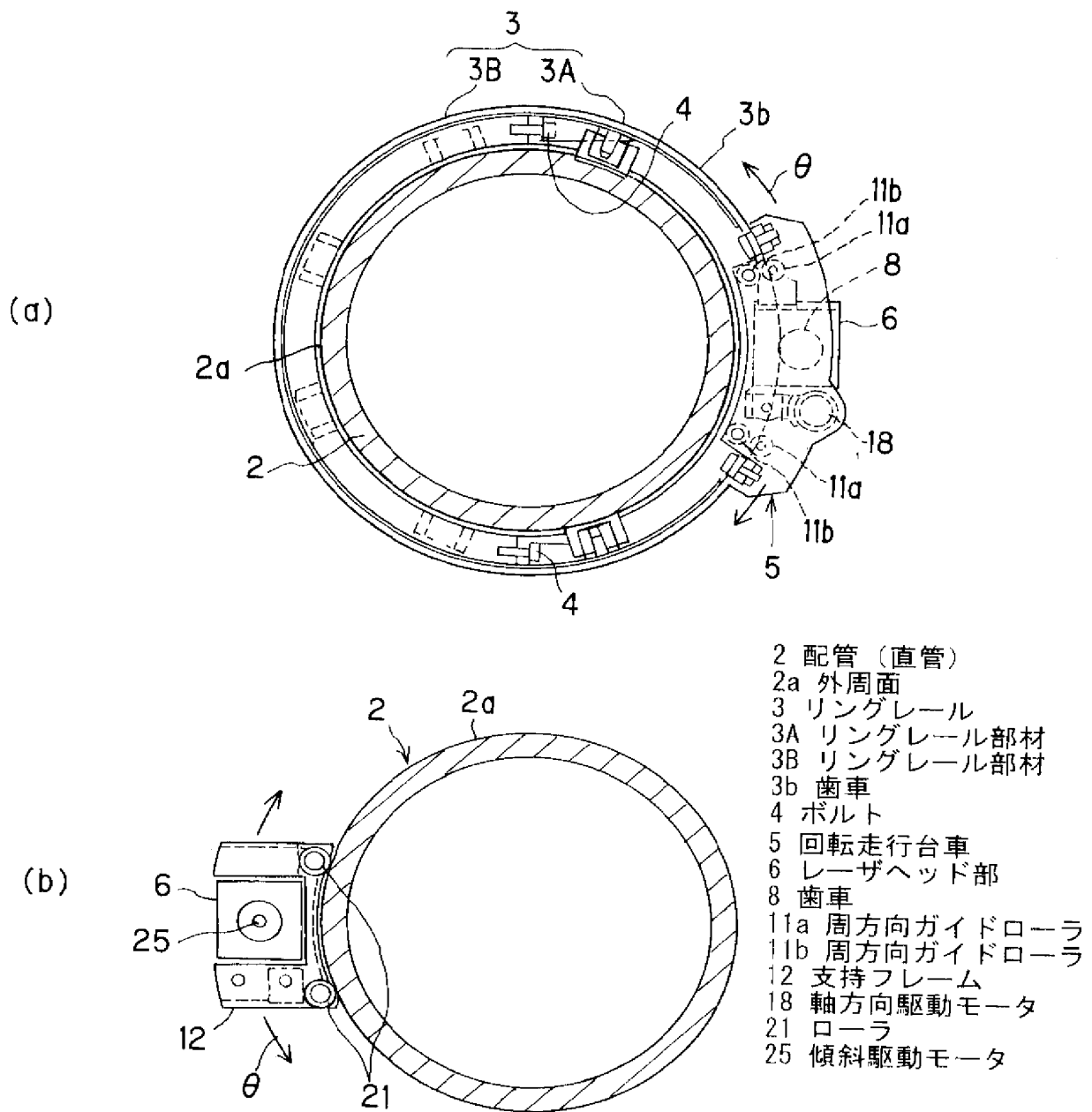
- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| 1 配管の残留応力改善装置 | 6 レーザヘッド部     | 16 リニアブッシュ    |
| 2 配管 (直管)     | 7 レーザヘッド      | 17 ボールナット     |
| 2a 外周面        | 8 歯車          | 18 軸方向駆動モータ   |
| 2b 管軸         | 9 軸受          | 19 リニアモータ     |
| 3 リングレール      | 10 周方向駆動モータ   | 19A リニアモータ固定部 |
| 3a 外周面        | 11a 周方向ガイドローラ | 19B リニアモータ可動部 |
| 3b 歯車         | 12 支持フレーム     | 21 ローラ        |
| 3c 端部         | 13 リニアレール     | 22 傾斜駆動モータ    |
| 3d 端部         | 14 ボールねじ軸     | 25 光ファイバ      |
| 5 回転走行台車      | 15 軸受         | 26 溶接部        |



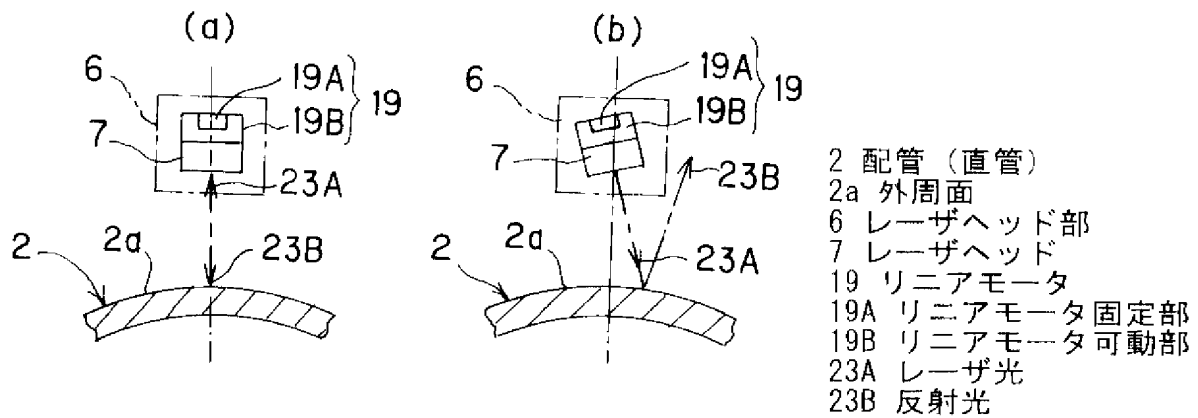


- |               |               |               |            |
|---------------|---------------|---------------|------------|
| 1 配管の残留応力改善装置 | 5 回転走行台車      | 13 リニアレール     | 22 傾斜駆動モータ |
| 2 配管 (直管)     | 6 レーザヘッド部     | 14 ボールねじ軸     | 25 光ファイバ   |
| 2a 外周面        | 7 レーザヘッド      | 15 軸受         | 26 溶接部     |
| 2b 管軸         | 8 歯車          | 16 リニアブッシュ    |            |
| 3 リングレール      | 9 軸受          | 17 ボールナット     |            |
| 3a 外周面        | 10 周方向駆動モータ   | 19 リニアモータ     |            |
| 3b 歯車         | 11a 周方向ガイドローラ | 19A リニアモータ固定部 |            |
| 3c 端部         | 11b 周方向ガイドローラ | 19B リニアモータ可動部 |            |
| 3d 端部         | 12 支持フレーム     | 21 ローラ        |            |

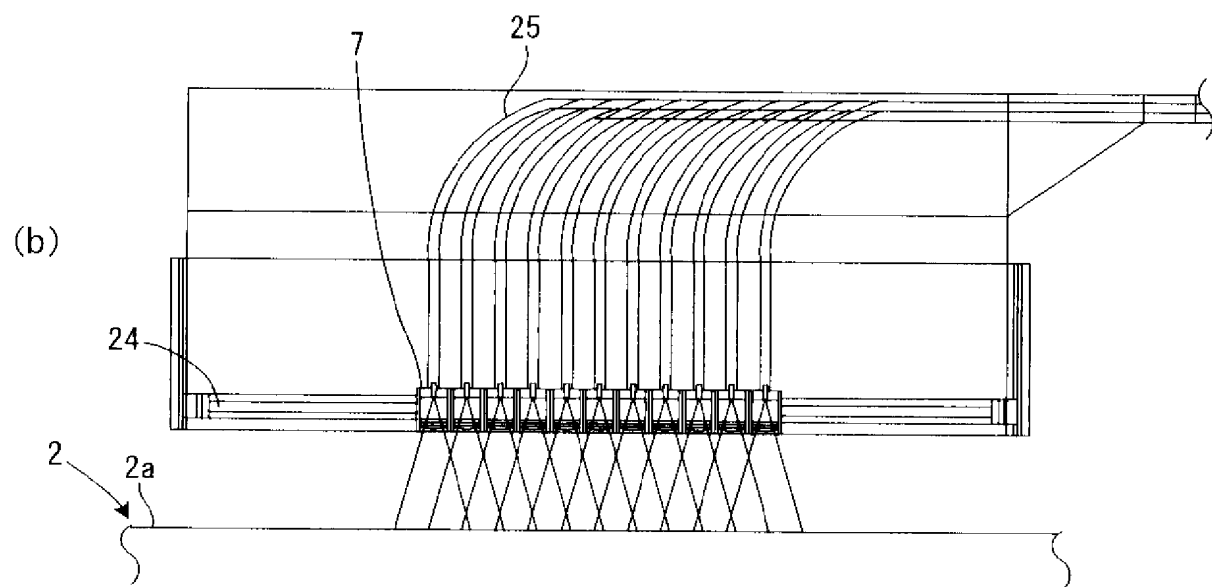
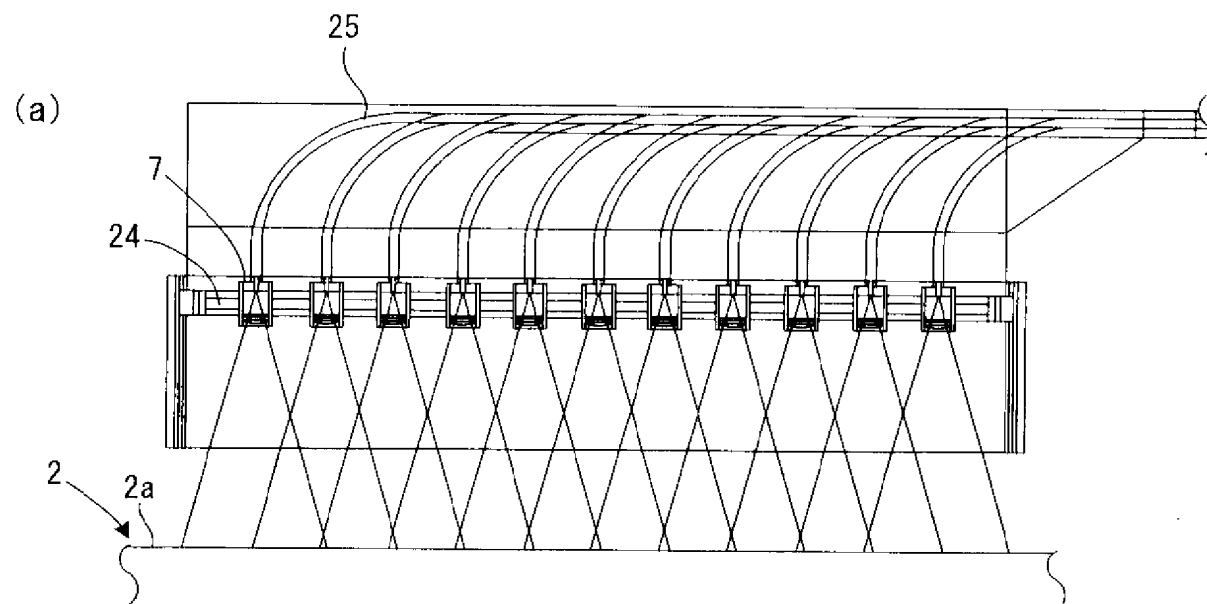
【図 3】



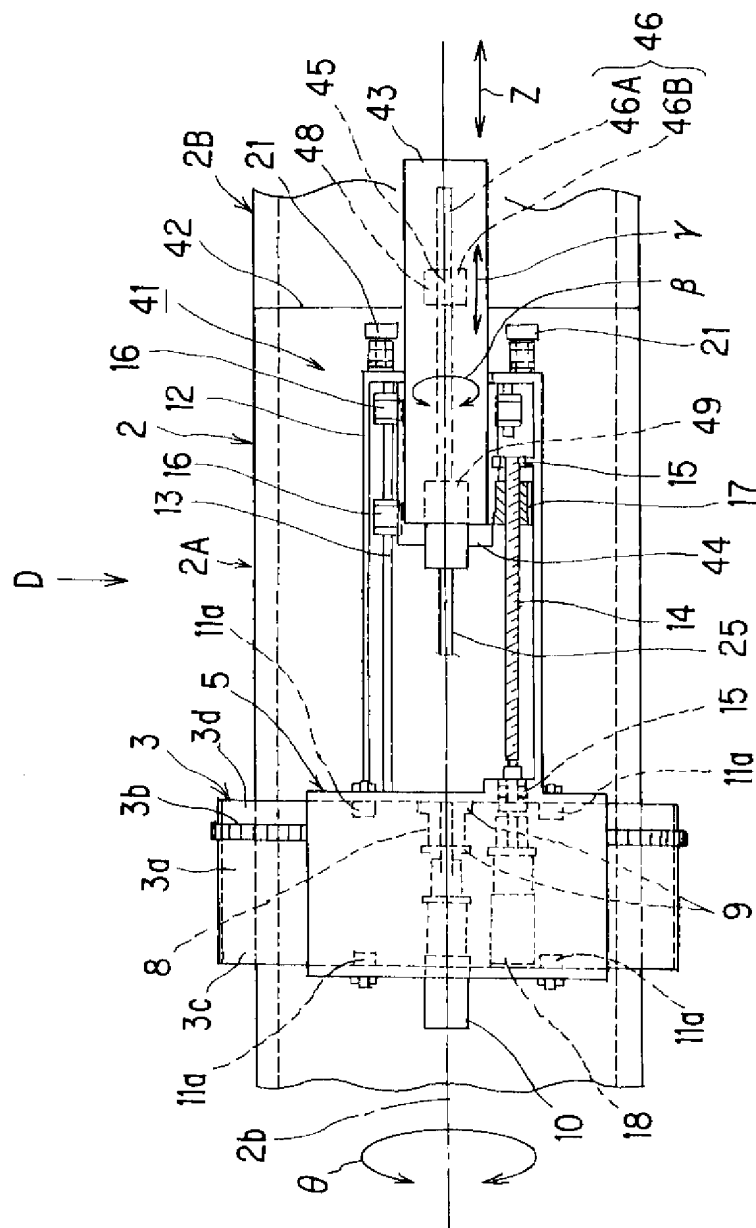
【図 4】



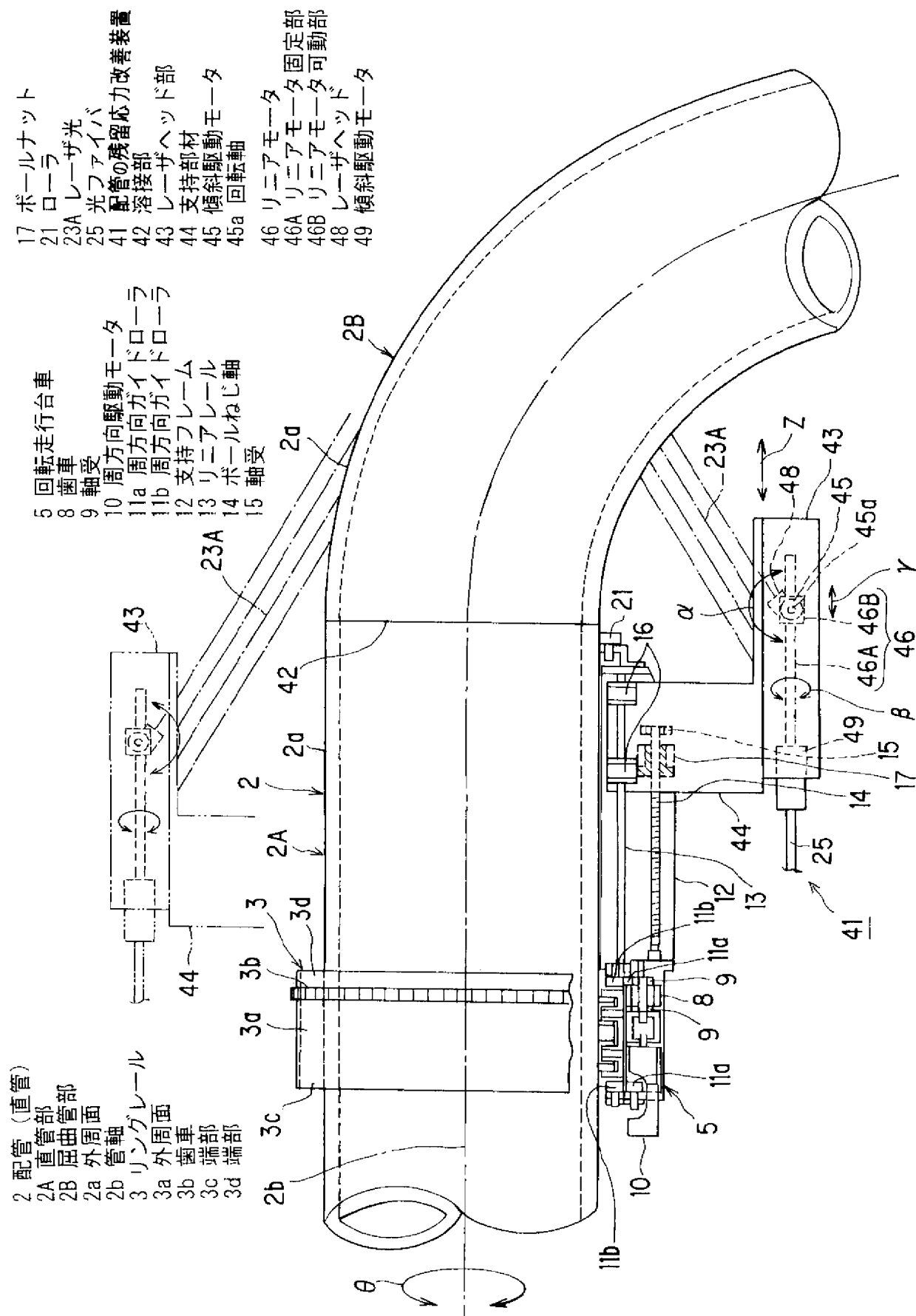
【図 5】

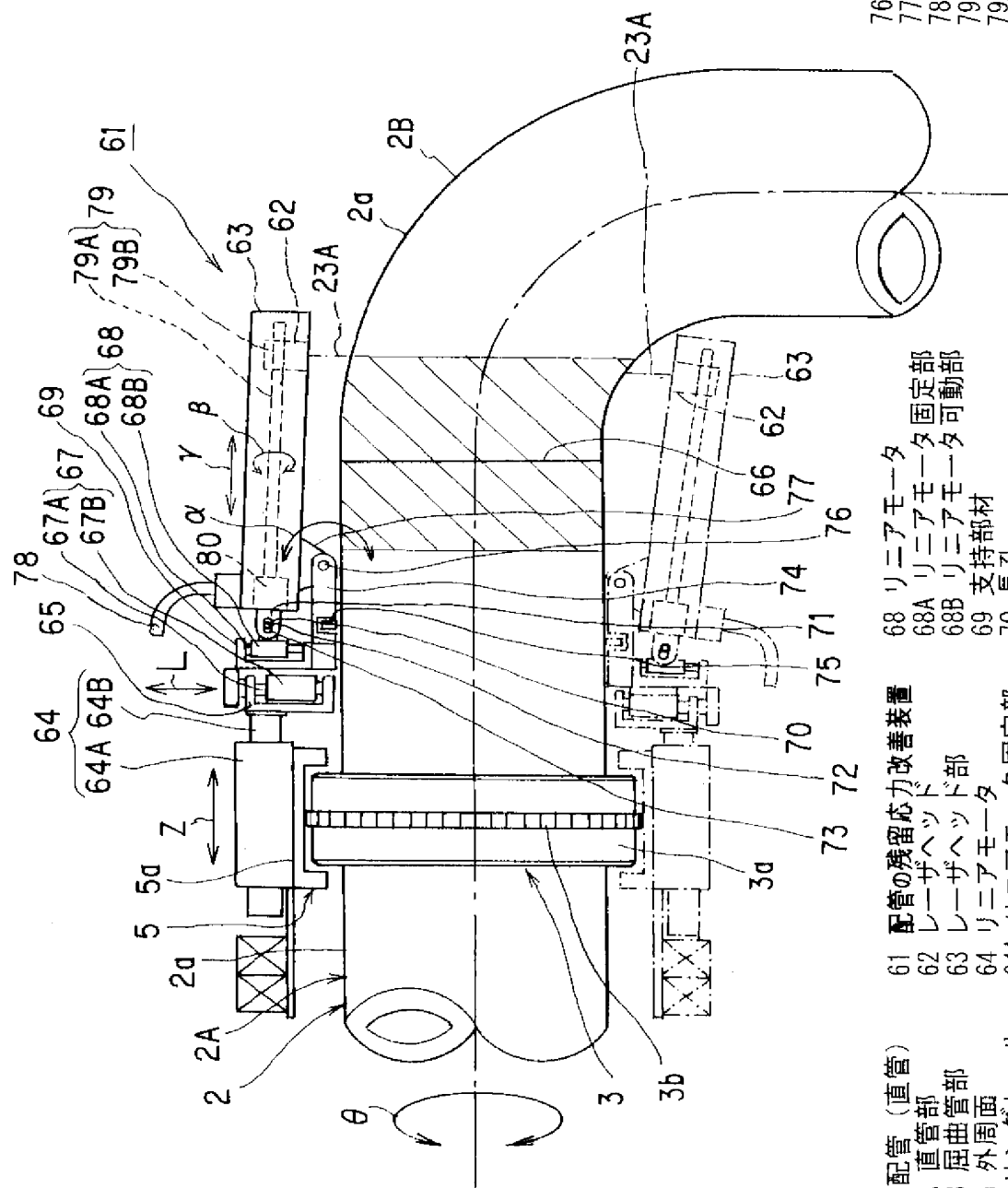


- 2 配管（直管）
- 2a 外周面
- 7 レーザヘッド
- 24 スライド部材
- 25 光ファイバ



- |     |           |     |             |
|-----|-----------|-----|-------------|
| 2   | 配管 (直管)   | 21  | ローラ         |
| 2A  | 直管部       | 25  | 光ファイバ       |
| 2B  | 屈曲管部      | 41  | 配管の残留応力改善装置 |
| 2b  | 管軸        | 42  | 溶接部         |
| 3   | リング       | 43  | レーザヘッド部     |
| 3a  | 外周面       | 44  | 支持部材        |
| 3b  | 歯車        | 45  | 傾斜駆動モータ     |
| 3c  | 端面        | 46  | リニアモータ      |
| 3d  | 端面        | 46A | リニアモータ固定部   |
| 5   | 回転走行台車    | 46B | リニアモータ可動部   |
| 8   | 歯車        | 48  | レーザヘッド      |
| 10  | 周方向駆動モータ  |     |             |
| 11a | 周方向ガイドローラ |     |             |
| 12  | 支持フレーム    |     |             |
| 13  | リニアレール    |     |             |
| 14  | ボールねじ軸    |     |             |
| 15  | 軸受        |     |             |
| 16  | リニアブッシュ   |     |             |
| 17  | ボールナット    |     |             |
| 18  | 軸方向駆動モータ  |     |             |





2 配管 (直管)  
 2A 直管部  
 2B 屈曲管部  
 2a 外周面  
 3 リングレール  
 3a 外周面  
 3b 歯車  
 5 回転走行台車  
 23A レーザ光

61 配管の残留応力改善装置  
 62 レーザヘッド部  
 63 レーザヘッド部  
 64 リニアモータ  
 64A リニアモータ固定部  
 64B リニアモータ可動部  
 65 支持部材  
 66 溶接部  
 67 リニアモータ  
 67A リニアモータ固定部  
 67B リニアモータ可動部

68 リニアモータ  
 68A リニアモータ固定部  
 68B リニアモータ可動部  
 69 支持部材  
 70 長孔  
 71 連結軸  
 72 連結部  
 73 連結部材  
 74 ガイドローラ

76 回転軸  
 77 連結部  
 78 フライホイール  
 79 リニアモータ  
 79A リニアモータ固定部  
 79B リニアモータ可動部  
 80 傾斜駆動モータ

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 配管の外周面を加熱して同配管の残留応力を低減（除去も含む）することができ、しかも装置構成が比較的コンパクトであり、また、屈曲管部の外周面を加熱することでもできる配管の残留応力改善装置を提供する。

【解決手段】 レーザヘッド部6と、リングレール3と回転走行台車5からなる円周方向移動手段とを備える。更には、配管の外周面で反射したレーザ光がレーザヘッドに戻らないようにレーザ光の反射方向を調整する反射方向調整手段、レーザ光をレーザヘッドよりも管軸方向の前方に位置する屈曲管部の外周面に照射するようにレーザ光の出射方向を調整する出射方向調整手段、レーザヘッド部を管軸方向に移動させる管軸方向移動手段、屈曲管部の外周面における照射強度が均一になるようにレーザ光の出力を調整する出力調整手段、レーザヘッド部の管軸方向の前方側を屈曲管部の外周面に対して接近、離反可能な回動手段などを備えてもよい。

【選択図】 図1

## 出願人履歴

0 0 0 0 0 6 2 0 8

20030506

住所変更

東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号

三菱重工業株式会社